



Pleje af østersbestanden i Limfjorden

Nielsen, Carsten Fomsgaard; Petersen, Jens Kjerulf

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Nielsen, C. F., & Petersen, J. K. (2015). *Pleje af østersbestanden i Limfjorden*. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. DTU Aqua-rapport No. 291-2015
<http://www.aqua.dtu.dk/Publikationer/Forskningsrapporter>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Pleje af østersbestanden i Limfjorden



DTU Aqua-rapport nr. 291-2015

Af Carsten Fomsgaard og Jens Kjerulf Petersen

Pleje af østersbestanden i Limfjorden

DTU Aqua-rapport nr. 291-2015

Carsten Fomsgaard og Jens Kjerulf Petersen

Projektet er finansieret af:

Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa investerer i bæredygtigt fiskeri og akvakultur

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den
Europæiske
Fiskerifond

Forord

Denne rapport omhandlende "Pleje af østersbestanden i Limfjorden" er et resultat af et samarbejde mellem Dansk Skaldyrcenter, Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet (Jens Kjerulf Petersen, Pascal Barreau og Carsten Fomsgaard) og Foreningen Muslingeerhvervet (Viggo Kjølhede). Dansk Skaldyrcenter har været hovedansvarlig for gennemførelse af projektet.

Projektet er gennemført med finansiel støtte fra EU Den Europæiske Fiskerfond, Fødevareministeriets Fiskeriudviklingsprogram.

Alle offentliggjorte projektrapporter fra Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua, kan hentes i elektronisk form på Dansk Skaldyrcenters hjemmeside www.skaldyrcenter.dk eller på DTU Aquas hjemmeside www.aqua.dtu.dk/Publikationer

Originale tekster og illustrationer fra denne rapport må gengives til ikke-kommercielle formål under forudsætning af tydelig kildeangivelse.

Henvendelse vedrørende denne rapport kan ske til:

Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua

Øroddevej 80

7900 Nykøbing Mors

Tlf.: 96 69 02 83

post@skaldyrcenter.dk

www.skaldyrcenter.dk

Nykøbing Mors, Marts 2015

Forfatterne

Indholdsfortegnelse

Resumé.....	5
1. Baggrund	6
2. Bestanden af østers på lavt vand.....	8
2.1 Materialer og metoder	8
2.2 Resultater	9
2.3 Diskussion	11
3. Opsamling af østers i vandsøjlen	12
3.1 Materialer og metoder	12
3.2 Resultater	14
3.3 Diskussion	16
4. Udlægning af materiale på banker	18
4.1 Materialer og metoder	18
4.2 Resultater	19
4.3 Diskussion	23
5. Model for bestandsophjælpning	25
5.1 Anbefalinger vedrørende bestandsophjælpning	26
6. Referencer.....	28

Resumé

I projektet blev bestanden af flad europæisk østers (*Ostrea edulis*) på lavt vand i Harre Vig, Kås Bredning og Nissum Bredning estimeret. Der blev gennemført forsøg med naturlig opsamling af østersyngel i Harre Vig og Lem Vig. Endelig blev østersyngel af forskelligt oprindelse; yngel opsamlet i Limfjorden, yngel fra klækkeri og breelede østers udlagt på en banke i Nissum Bredning med henblik på at følge overlevelse og vækst med henblik på at kunne udarbejde den bedst egnede metode til bestandsophjælpning af den europæiske østers i Limfjorden.

Bestandsvurderingen af østers på lavt vand i Limfjorden viste, at der i visse områder findes en betragtelig bestand af flad europæisk østers og denne bør inddrages i den samlede forvaltning af fiskeriet. Der blev ligeledes i visse områder fundet betydelige mængder af den invasive art stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) på lavt vand, hvilket også i forhold til bestandsophjælpning af den europæiske østers kan være problematisk.

Forsøg med opsamling af østers yngel på udsat opsamlingsmateriale viste, at der er store områdemæssige forskelle på mængden opsamlet østersyngel. Derudover var andelen af stillehavsøsters opsamlet i forsøget relativt højt i forhold til bestanden på bunden og i Harre Vig blev der opsamlet flere stillehavsøsters end europæisk østers.

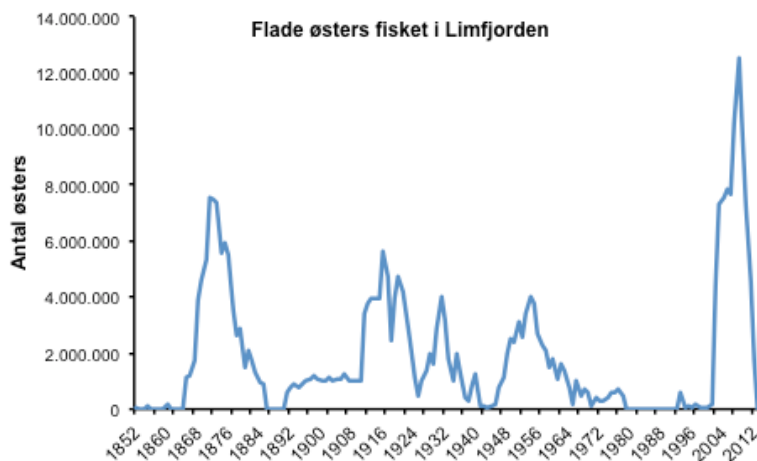
Udlægning af yngel på banke og efterfølgende kontrol med det udlagte materiale viste sig at være vanskeligere end forventet. Det benyttede område var påvirket af hård strøm og materialet blev ført bort fra området. Supplerende forsøg viste forskellige overlevelsesserater for de forskellige typer af yngel. Yngel fra klækkeriet med en gennemsnitlig størrelse på omkring 26 mm skallængde på udlægningstidspunktet havde en overlevelse på over 50% efter 9 måneder i fjorden og klarede sig dermed væsentlig bedre end yngel opsamlet på opsamlingsmateriale i fjorden, der blot havde en overlevelse på omkring 20%.

Projektet har vist, at der er mange forhold, der skal tages i betragtningen i forbindelse med bestandsophjælpning af flad europæisk østers. På baggrund af resultaterne fra projektet kan følgende anbefales:

- Bestandsvurdering af stillehavsøsters i Limfjorden bør gennemføres.
- Mulige tiltag i forbindelse med fjernelse/reduktion af stillehavsøsters skal iværksættes.
- Egnede habitater til udlægning af østers skal kortlægges og områderne skal testes.
- Klækkeri produceret yngel er det bedst egnede udsætningsmateriale, når stabile udlægningsområder er udpegede

1. Baggrund

Den danske produktion af den flade europæiske østers (*Ostrea edulis*) har i en periode omkring 2004-11 været en af de største i Europa med en årlig produktion på over 1000 t. Denne produktion har udelukkende bestået af fiskeri på vilde bestande og har haft sit centrum i Nissum Bredning i Limfjorden. Stigningen i fiskeriet efter østers har været sammenfaldende med en nedgang i fiskeriet efter muslinger siden starten af dette årtusinde. Østersfiskeriet har dermed kunnet sikre en indtjening til erhvervet, som delvist har kompenseret for den faldende indtjening fra muslingefiskeri. Imidlertid er der indenfor de seneste par år observeret en kraftig tilbagegang i bestanden af den flade østers i Limfjorden. Således er bestanden faldet fra omkring en maksimal størrelse på 6-7.000 t til en aktuel vurdering på ca. 1.500 t. Med en faldende bestand følger et faldende fiskeri. Nissum Bredning er det område, hvor langt hovedparten af fiskeriet foregår, og da bredningen er udpeget som et Natura 2000 område, gælder særlige beskyttelseshensyn og området har i perioder været lukket for østersfiskeri. Dermed står fiskeriet overfor store udfordringer.



Figur 1.1 Udviklingen af fiskeriet efter flad europæisk østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden.

Variationer i bestanden af østers i Limfjorden er ikke et nyt fænomen. Siden bestanden etablerede sig i Limfjorden omkring 1850 efter saltvandsindbruddet i 1825 har fiskeriet – og dermed formodentlig også bestanden – gået op og ned (Figur 1.1). Disse fluktuationer har i et vist omfang været betinget af fiskeritrykket, men klimatiske og andre naturlige variationer har givetvis også været af stor betydning. Det er sandsynligvis naturlige variationer, der gør sig gældende for den aktuelle nedgang i bestanden. Undersøgelser har nemlig vist, at der ikke har været nogen væsentlig rekruttering til den fiskbare bestand siden 2005-08. Bestanden kan således for nærværende karakteriseres som en bestand bestående af gamle individer med en vækstrate, der ikke modsvarer bestandens dødelighed, og en bestand uden rekruttering. Rekruttering til bestanden er i høj grad klimabetinget, idet østers kun gyder, hvis vandtemperaturen er over ca. 19-20°C i mere end 2 uger. År med kolde vintre og ikke så varme somre vil derfor resultere i manglende gydning, som især på lidt dybere vand vil resultere i manglende rekruttering til bestanden.

Et problem ved den eksisterende viden om østers i Nissum Bredning og resten af Limfjorden er, at bestandsopgørelserne tager udgangspunkt i den fiskbare bestand. Det betyder fx, at der ikke foretages bestandsvurdering på lavt vand, hvor fiskeriet ikke er tilladt eller bådene ikke kan komme ind. Det er således alment kendt, at der i områder af Nissum Bredning, fx i Lem Vig, findes ret tætte bestande af østers. Det er

derfor en stor svaghed ved det eksisterende datagrundlag, at der ikke er foretaget en bestandsopgørelse, der dækker hele Nisum Bredning, for det kan dermed ikke afgøres, om bestanden reelt er truet på sin overlevelse i kraft af at være mindre end krævet for opretholdelse af et langsigtet reproduktionspotentiale.

Opsamling af østersspat er velkendt i flere europæiske lande, fx Holland, Frankrig, Spanien og Irland, (Sundaram & Ramadoss 1978; Brink *et al.* 2013) som et middel til at supplere truede bestande, men har ikke været anvendt i Danmark. I visse fjorde i Irland har der således gennem en længere årrække været en fast praksis med opsamling af østers-larver på muslingeskaller udhængt i netposer i vandsøjlen. De rekrutterede østers bliver sammen med skallerne efterfølgende udlagt på fiskepladserne, hvor vækst til fiskbar størrelse foregår. I Holland foregår der ligeledes opsamling af østerslarver på muslingeskaller, men her har en egentlig produktion været meget begrænset som følge af infektion med parasitten *Bonamia*. Det er således teoretisk muligt at supplere en bestand gennem opsamling af yngel og efterfølgende udlægning af ynglen på udpegede banker. Der er imidlertid ikke foregået systematisk opsamling af østerslarver i Limfjorden og det er ikke undersøgt om det kan lade sig gøre i et omfang og med en overlevelse, der er rentabel for et dansk fiskeri.

Der findes yderligere to alternativer til en forøgelse af den fiskbare bestand: Den ene er at bryde østers på lavt vand og flytte dem til dybere vand, hvor fra de senere kan fiskes. Den anden er at producere østersyngel i klækkeri og udlægge dem på bankerne på samme måde som yngel opsamlet i fjorden. Det første alternativ kræver kendskab til bestandene på lavt vand, det andet, at der kan produceres østers i klækkerier.

Alternativet til en aktiv bestandspleje er at vente på, at de næste store årgange naturligt bliver rekrutteret til bestanden. Dermed kan fiskeriet efter østers stort set stoppe i perioder både i de kommende år og ved fremtidige variationer i bestanden betinget af naturlige svingninger. Fuldstændige stop for fiskeri efter østers vil selvsagt have stor betydning for erhvervets indtjening, men vil også have store konsekvenser for afsætningsleddet. Der har igennem de senere år været gennemført en større indsats for at markedsføre Limfjordsøsters i Danmark, hvilket har resulteret i et øget forbrug. Denne indsats vil være spildt, hvis produktionen indstilles i en længere årrække og industriens indsats for en værdiforøgelse af produktet og den generelle brandingindsats vil ikke kunne bruges.

På den baggrund har Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua, i samarbejde med Foreningen MuslingeErhvervet og støttet af den Europæiske Fiskeri Fond gennemført undersøgelser af mulighederne for aktiv bestandspleje af østers med fokus på Nisum Bredning. Det overordnede formål har været at udvikle metoder til en langsigtet indsats til understøttelse af en stabil bestand af østers egnet til fiskeri. Specifikke formål har været: 1) At bestemme den reelle størrelse af bestanden af østers i Nisum Bredning ved at opgøre bestanden på lavt vand; 2) teste om der kan indsamles østers på muslingeskaller udhængt i vandsøjlen; og 3) undersøge overlevelse af udlægning af henholdsvis østersyngel opsamlet på skaller, østersyngel produceret i klækkeri og bryede østers flyttet fra lavt til dybt vand.

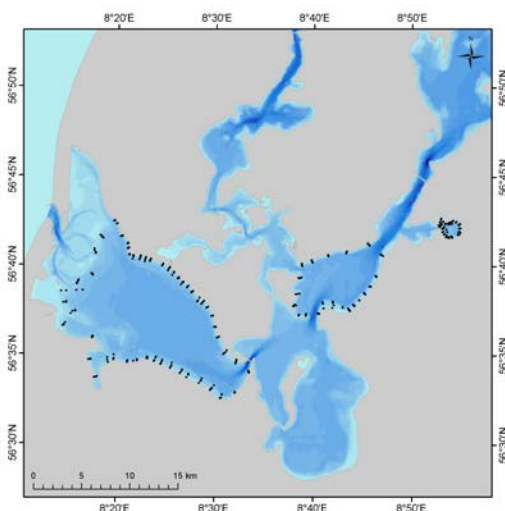
2. Bestanden af østers på lavt vand

DTU Aqua har i sin overvågning af bestanden af østers i Limfjorden taget udgangspunkt i den fiskbare bestand, dvs. på vanddybder over henholdsvis 5 m i Nissum Bredning og 3 m udenfor Nissum Bredning, som er dybdegrænsen for østersfiskeri. Det betyder, at der er en ukendt bestand af østers på lavt vand (<3-4 m), som dels kan sikre rekrutteringsgrundlaget for bestanden, dels i princippet kan bruges som udplantningsmateriale, fx ved breeling af undermålsøsters på lavt vand til udplantning på større vanddybder med henblik på senere fiskeri. Det kan således potentielt have stor betydning at få kendskab til størrelsen af bestanden på lavt, også selvom den ikke er umiddelbart tilgængelig for fiskeriet.

For at belyse størrelsen af bestanden på vanddybder <4 m gennemførte Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua en bestandsopgørelse af østers på lavt vand i Nissum Bredning, Harre Vig og dele af Kaas Bredning.

2.1 Materialer og metoder

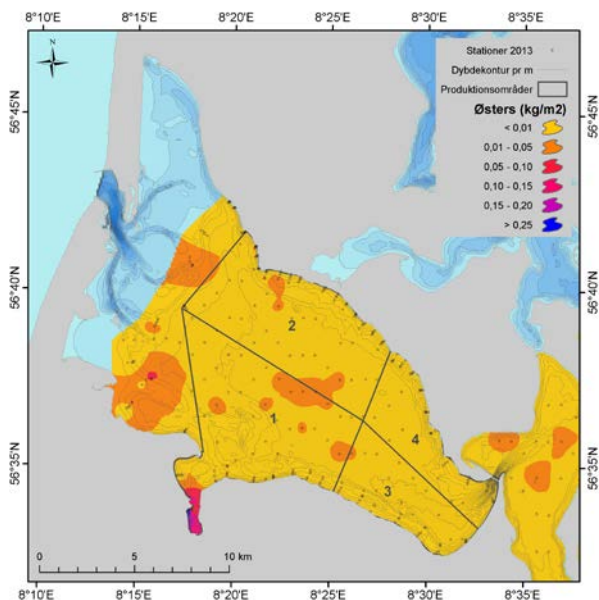
På 202 transekter i Nissum Bredning, 72 transekter i Harre Vig og 78 transekter i Kaas Bredning (Figur 2.1) blev der på vanddybder <4 m foretaget prøveskrabning i juni-august 2013 med en nedskaleret østersskrabber, der er blevet kalibreret for effektivitet, så data er sammenlignelige med DTU Aquas standardredskab for monitoring af østersbestanden i Limfjorden. I Nissum Bredning blev der derudover foretaget prøveskrabning i området vest for fiskeområderne 1-2 (Figur 2.1). På transekterne blev der skrabet i 4 min. med en sejlhastighed på ca. 3 knob parallelt med kysten langs dybdekurven i hver hele meter i intervallet 1-4 m dybde. Efter hvert skrab blev fangsten sorteret og alle østers blev vejet og længden blev målt (semicentimeter). Data blev analyseret sammen med data fra DTU Aquas regulære monitoring af østersbestanden i Nissum Bredning og tilstødende områder, der blev gennemført i april 2013 med standardmetoder (Dolmer 2002; Kristensen & Hoffmann 2006).



Figur 2.1 Placering af transekter til prøveskrabning efter østers på vanddybder <4 m i Nissum Bredning, Kås Bredning og Harre Vig. Stationerne er markeret med sorte prikker på kortet.

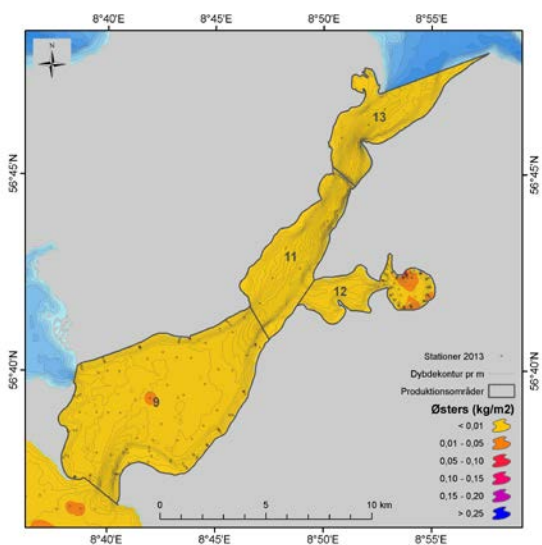
2.2 Resultater

I Nissum Bredning var der i sommeren 2013 en bestand af østers på 383 t i de ikke fiskbare områder på lavt vand og i de lukkede områder vest for fiskeriområderne 1-4 (Figur 2.2). Bestanden udenfor de fiskbare områder var især koncentreret i Lem Vig og vest for fiskeområde 1 og 2, der ligeledes er karakteriseret ved at være lavvandet. Til sammenligning blev bestanden af østers i de fiskbare dele af område 1-4 i april 2013 bestemt til at være 679 t.



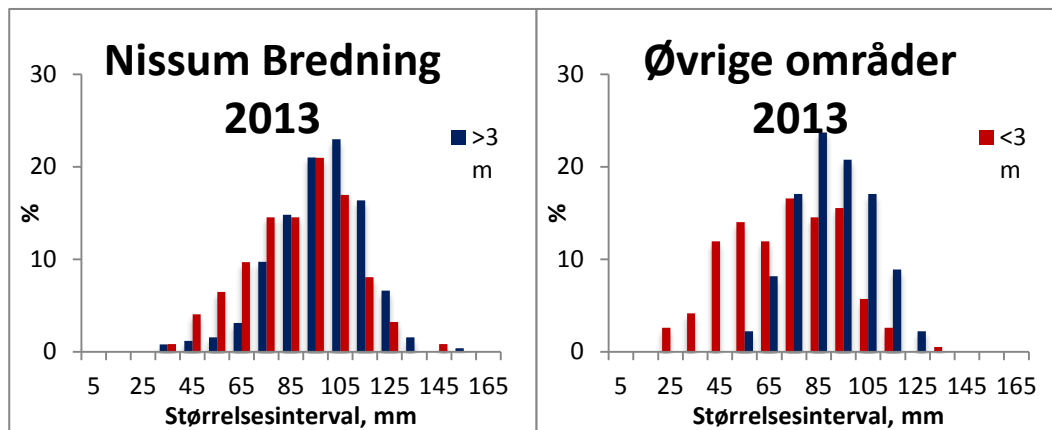
Figur 2.2 Fordeling af biomassen af østers i 2013 i såvel fiskbare som ikke fiskbare dele af Nissum Bredning.

Udenfor Nissum Bredning var der 9,3 t i Kaas Bredning på vanddybder <3 m og 34,6 t i Harre Vig, der har været lukket for fiskeri i en længere årrække. Til sammenligning var der i fiskeriområderne 9-13, der omfatter Venø Bugt, Kaas Bredning og Sallingsund sammenlagt 378 t østers i de fiskbare områder på vanddybder >3 m.



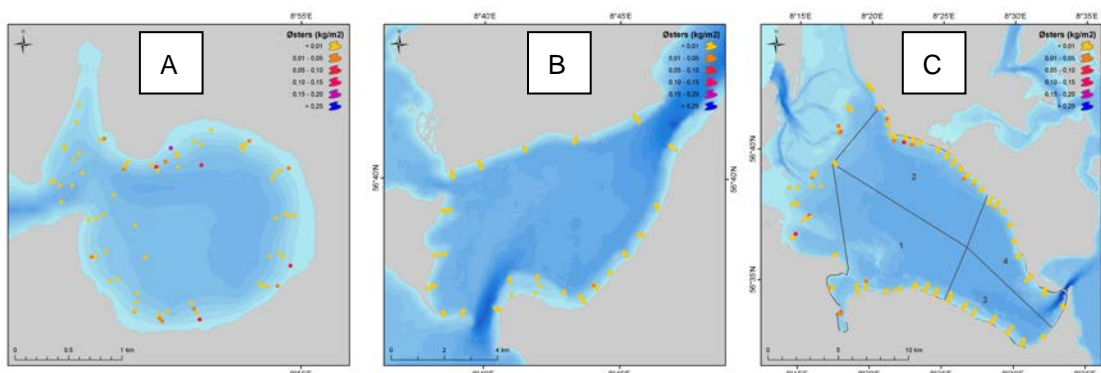
Figur 2.3 Fordeling af biomassen af østers i 2013 i såvel fiskbare som ikke fiskbare dele af Kaas Bredning og Harre Vig.

Størrelsesfordelingen af østers i de forskellige områder indikerer (Figur 2.4), at i Nissum Bredning var der ikke betydende forskelle mellem bestanden på lavt vand og i de fiskbare områder. Således var den gennemsnitlige længde 9,5 cm og 8,5 cm på henholdsvis vandybder >3 m og <3 m for østers i Nissum Bredning. Dermed er der – ligesom på større vandybder - heller ikke på lavt vand tegn på, at der har været en betydende rekruttering til bestanden i Nissum Bredning indenfor de seneste år. Udenfor Nissum Bredning var der større forskelle i størrelsesfordelingen af østers på vandybder på henholdsvis >3 m og <3 m (Figur 2.4). Således var middel længden på vandybder <3 m 6,9 cm, og størrelsesfordelingen viste tydelig adskillelse af 2-3 kohorter. Her har der sandsynligvis været en mindre rekruttering til bestanden indenfor de sidste 3-5 år. Middel længden af østers på >3 m vandybde var 8,7 cm og størrelsesfordelingen var her stort set domineret af en kohorte og meget tyder derfor på, at der ikke har været en større rekruttering til bestanden på dybere vand i områderne 9-13 siden 2008.



Figur 2.4 Størrelsesfordeling af østers i april-august i Nissum Bredning (områderne 1-4) og øvrige områder (9-13) i Limfjorden på vandybder >3 m og <3 m.

Mængden af stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) på lavt vand for de 3 undersøgte områder (Harre Vig, Kås Bredning og Nissum Bredning) ses i figur 2.5. Generelt er der en relativ lav forekomst af stillehavsøsters, men især i Harre Vig er der stationer med ikke ubetydelige mængder og en samlet estimeret bestand på 25,5 tons på vandybder under 3 meter.



Figur 2.5 Mængden af stillehavsøsters på de forskellige prøvetagningsstationer i Harre Vig (A), Kås Bredning (B) og Nissum Bredning (C). stationerne er mærket med farvede prikker på kortet.

2.3 Diskussion

Bestandsvurderingen af østers på lavt vand giver et langt mere nuanceret billede af den totale bestand af østers i Limfjorden og viser endvidere, at der på lavt vand hyppigere sker bundslåning sammenlignet med på dybere vand. Forvaltningen af fiskeriet kan således med fordel inddrage disse data ved fx fastsættelse af fangstkvoter. Ligeledes viser data, at der kan foregå lokale rekrutteringer, som ikke er synkroniserede over hele den vestlige del af Limfjorden og som ikke behøver at have en større geografisk udbredelse. Hvad der skal til for, at rekrutteringer udsprunget af bestande på lavt vand når en bred udbredelse i fx hele Nissum Bredning eller de andre fiskeriområder for østersfiskeri, som det var tilfældet i starten af 00'erne, kan ikke afgøres på baggrund af denne undersøgelse.

Undersøgelsen af bestanden på lavt vand viste også, at der tilsyneladende er et potentiale for rekruttering af stillehavsøsters. I flere områder var der ikke ubetydelige forekomster af stillehavsøsters og der er indikationer på, at bestanden af stillehavsøsters er øget inden for de sidste år (Torp & Elmedal 2007; Davids *et al.* 2007). Stillehavsøsters er habitat generalister (Quayle 1988) med stort gydepotentiale, høj filtreringsrate og en god evne til overleve under barske klimatiske og miljømæssige forhold, hvilket gør stillehavsøsters til en succesfuld invasiv art (Lodge 1993; Williamson & Fitter 1996; McMahon 2002; Diederich 2006). Området i Lem Vig har fx ved tidligere observationer været stort set fri for stillehavsøsters, men dette er ikke længere tilfældet. Ved prøvetagning i 2014 i forbindelse med udlægning af yngel (se nedenfor) blev der således konstateret en højere andel af stillehavsøsters i forhold til året forinden i samme område.

I mange år har man rundt om i Europa diskuteret, hvorvidt stillehavsøsters ville udgøre et problem i forhold den europæiske østers, da der har været indikationer på, at de to arter optager hver deres habitat (Walne & Helm 1979). Stillehavsøsters beskrives som en art, der foretrækker de lavvandede, gerne tidevands påvirkede områder, mens den europæiske østers oftest findes på lidt dybere vand (Askew 1972; Miossec *et al.* 2009). I Limfjorden er det ved denne bestandsvurdering vist, at den europæiske østers i visse områder gerne optræder på lavt vand, også sammen med stillehavsøsters. At der findes østers på lavt vand i Limfjorden har været alment kendt eftersom der i mange år blev breet østers i Limfjorden. Tilsvarende findes der undersøgelser, der har påvist, at stillehavsøsters også kan optræde på større vanddybder sammen med den europæiske østers (Tully & Clarke 2012).

Vildtlevende bestande af stillehavsøsters er flere steder blevet et globalt problem og der er frygt for, hvilken indflydelse tilstedeværelsen af dem vil have for økosystemet og vigtige økonomiske arter i området, såsom blåmuslinger og østers (Mann 1983; Diederich 2005; Markert *et al.* 2009; Small *et al.* 2005). I Vadehavet er der dannet rev strukturer af stillehavsøsters, men det er værd at bemærke, at der gik 17 år fra de første levende individer blev fundet, til der blev konstateret egentlige rev strukturer på flere millioner individer (Diederich *et al.* 2005). Efter etablering af de egentlige revstrukturer er flere tidligere muslingeområder imidlertid blevet omdannet til rev udelukkende bestående af stillehavsøsters (Nehring 2003; Nehring *et al.* 2009; Nehring 2011). Med de relativt høje koncentrationer af stillehavsøsters i Harre Vig sammenlignet med koncentrationen af flad østers, kan det frygtes, at stillehavsøsters er ved at overtage området.

Tidligere undersøgelser har ikke kvantificeret bestanden af stillehavsøsters på samme måde som i nærværende studie, men også i andre områder af Limfjorden melder fiskerne om øgede forekomster af stillehavsøsters, hvilket må ses som tegn på, at bestanden af stillehavsøsters er under udvikling.

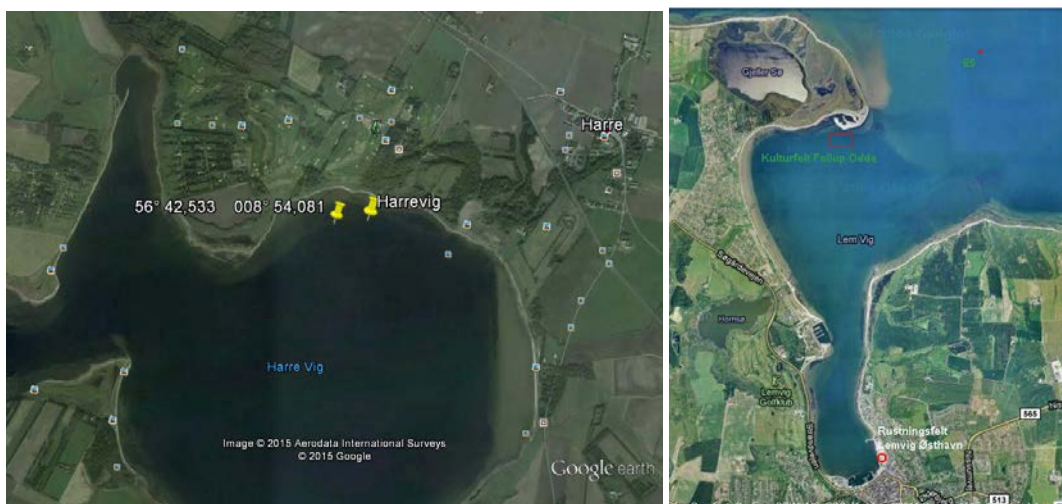
3. Opsamling af østers i vandsøjlen

Naturlig opsamling af østersyngel og efter følgende udlægning på en bank er kendt som en mulig metode til ophjælpning af østersbestanden flere steder i Europa og Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua har tidligere dokumenteret, at der findes områder i Limfjorden, hvor østerslarver findes i et antal, der gør en sådan opsamling mulig (Brink *et al.*, 2013). Der kan anvendes en lang række forskellige opsamlingsmedier til østers, men resultater fra det europæiske udviklingsprojekt OysterRecover har vist, at østerslarver kan sætte sig på muslingeskaller og at netop dette er en fordel ved den senere udlægning på banker, fordi der derved ikke er en mellemhåndtering med at fjerne spat fra opsamlingsmediet.

For at give et fyldestgørende indblik i mulighederne for naturlig indsamling med henblik på senere udlægning på banker i fjorde er der gennemført opsamling af larver i Lem Vig og Harre Vig i 2013 og i Lem Vig i 2014.

3.1 Materialer og metoder

I 2013 blev der etableret en langline til fastgørelse af larve-opsamlere i Harre Vig og Lem Vig. Opsamlerne blev placeret nær bunden, men uden at berøre bunden. Placeringen af linen ses på kortet i figur 3.1.



Figur 3.1. Placering af line til udhængning af opsamlere i Harre Vig (markeret med gule afmærkninger på venstre billede) og Lem Vig (markeret med rød boks ved Kulturfelt Follup Odde på højre billede).

I 2013 blev der udhængt 272 m netpose med muslingeskaller i Lem Vig og 264 m i Harre Vig (figur 3.2). På hver lokalitet blev der desforuden udhængt 100 m kokostov til opsamling af østers. Netposerne med muslingeskaller blev udhængt over 2 uger (i Harre Vig den 16 juli og 24 juli; i Lem Vig den 17 juli og 24 juli) i en periode, hvor der var mange østerslarver i vandet. I den efterfølgende periode blev der løbende ført kontrol med opsamlerne, det blev tjekket, at disse ikke rørte bunden og der blev taget video af opsamlerne.



Figur 3.2. Fremstilling af netposer med muslingeskaller til opsamling af østers yngel.

Der blev udtaget prøver fra opsamlerne i Harre Vig og Lem Vig den 6. september, 8. oktober og 23. oktober. Den afsluttende prøve blev taget den 18. november i Harre Vig og den 19. november i Lem Vig. Ved hver prøvetagning blev der udtaget muslingeskaller, som efterfølgende blev analyseret i laboratoriet. Antallet af muslingeskaller i prøven blev registreret og antallet af østers pr. skal blev noteret sammen med størrelsen af hver østers. Farven og særlige strukturer på de nye østers blev ligeledes registreret.

Alt materiale blev udlagt på en afmærket banke i Nissum Bredning den 19. november 2013 (se figur 4.1 nedenfor). Herefter blev langlinerne fra opsamlingsforsøget fjernet.

I 2014 blev der lavet et nyt opsamlingsforsøg i Lem Vig med samme placering som i 2013. Netposerne med muslingeskaller blev placeret på metalstativer udlagt på fjordbunden. Opsamlerne var således placeret tæt på bunden uden dog at røre bunden (figur 3.3). Opsamlerne bestod af netposer med 2 slags blåmuslingeskaller; gamle muslingeskaller der havde været ude i vind og vejr i 1 år og nye blåmuslingeskaller hentet på kogeriet den 4. juli 2014. Metalstativerne med opsamlere blev udlagt den 11. juli og den 15. juli. Der blev i alt udlagt 81 m netposer med gamle muslingeskaller (36 m den 11. juli og 45 m den 15. juli) og 135 m netposer med nye skaller (72 m den 11. juli og 63 m den 15. juli).

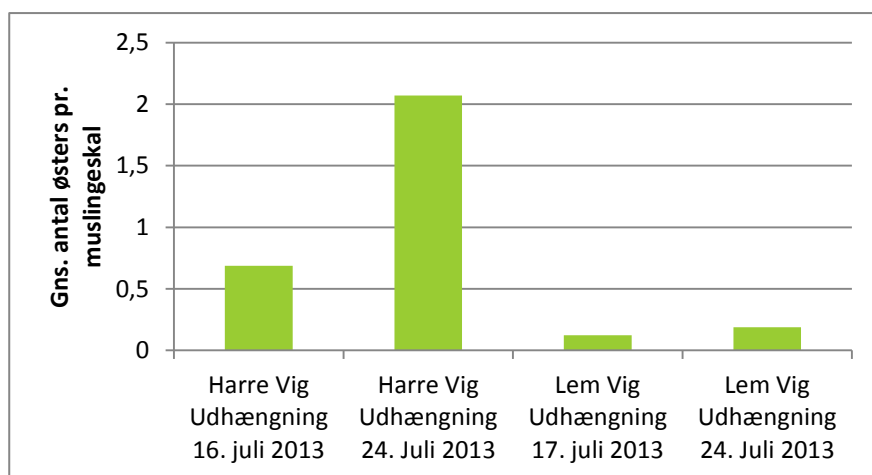


Figur 3.3. Undervandsbillede af netposer med muslingeskaller til opsamling af østers yngel.

Der blev udtaget prøver fra opsamlerne den 1. september, 19. september og 1. oktober. Den 1. oktober blev alt materiale udlagt på en afmærket banke i Nissum Bredning i samme område som i 2013.

3.2 Resultater

Opsamlingen af østersyngel fra de 2 områder var i 2013 langt fra ens og udsætningstidspunktet havde også en vis betydning for mængden af østers på opsamlerne. Fra Harre Vig blev det estimeret, at der blev opsamlet 41.000 stk. (1. udsætning af opsamlere) og 118.000 stk. (2. udsætning af opsamlere) til udlægning og fra Lem Vig var tallene 9.700 stk. (1. udsætning af opsamlere) og 15.000 stk. (2. udsætning af opsamlere). Det gennemsnitlige antal af opsamlet østers pr. muslingeskal klar til udlægning den 19. november 2013 fra de 2 områder og de 2 udhængningstidspunkter ses i figur 3.4. Der blev ikke fundet østersyngel på kokostovet fra nogle af områderne.



Figur 3.4. Gennemsnitligt antal østers pr. muslingeskal ved udlægning på banke den 19. november 2013.

Den gennemsnitlige størrelse af østersynglen på udlægningstidspunktet den 19. november 2013 var også varierende mellem områderne og udsætningstidspunkterne for opsamlerne. Størst østers yngel blev fundet i Lem Vig (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Den gennemsnitlige længde og bredde (mm) af østersyngel ved udlægning den 19. november 2013.

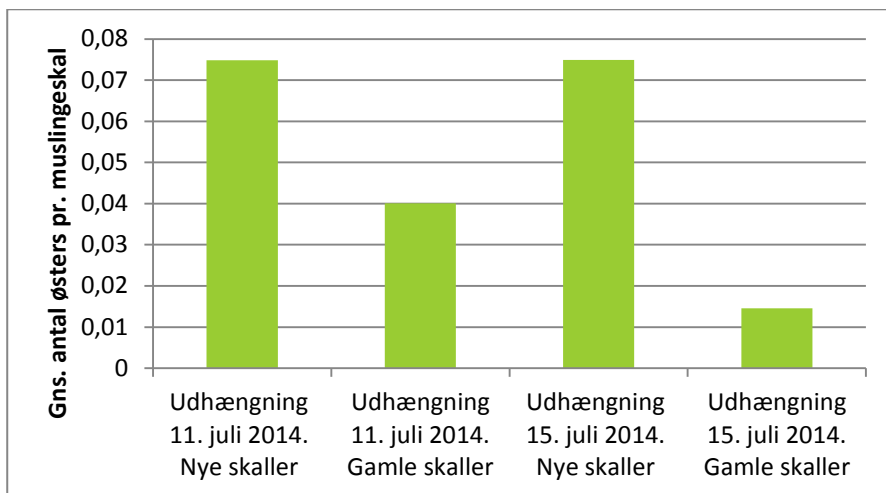
Område	Udsætningstidspunkt af opsamlere	Længde	Bredde
Lem Vig	17. juli	9,7 ± 4,2	9,41 ± 4,3
Lem Vig	24. juli	7,9 ± 2,7	7,29 ± 2,6
Harre Vig	16. juli	5,5 ± 2,7	4,67 ± 2,3
Harre Vig	24. juli	6,1 ± 2,4	5,2 ± 2,0

Der blev ved sidste prøvetagning ved udlægning på bankerne konstateret en ikke uvæsenlig mængde stillehavsøsters på opsamlere. Især fra opsamlere i Harre Vig var antallet af stillehavsøsters højt. (Tabel 3.2).

Tabel 3.2. Procentvis andel af opsamlede stillehavsøsters fra de 2 områder.

	Flad østers	Stillehavsøsters
Lem Vig	92%	8%
Harre Vig	40%	60%

Opsamlingen af østers yngel på nye og gamle skaller var i 2014 i Lem Vig ikke ens og udsætningstidspunktet havde betydning for mængden af østers på opsamlere. Mængden af østers yngel på nye skaller blev estimeret til 2.150 stk. og 850 stk. på gamle skaller (1. udsætning af opsamlere). For anden udsætning var tallene 2.600 på nye skaller og 385 på gamle skaller. Det gennemsnitlige antal af opsamlet østers pr. muslingeskal klar til udlægning den 1. oktober 2014 fra Lem Vig på henholdsvis nye skaller og gamle skaller for de 2 udsætningstidspunkter ses i figur 3.5 og er generelt lavere end de tilsvarende tætheder i 2013 i Lem Vig (Figur 3.4).



Figur 3.5. Gennemsnitligt antal østers pr. muslingeskal ved udlægning på banke den 1. oktober 2014, for de 2 typer muslingeskaller og udhængningsdatoer i Lem Vig. Bemærk anden skala på y-akse i forhold til grafen for 2013 (figur 3.3)

Den gennemsnitlige størrelse af østersynglen på udlægningstidspunktet varierede mellem skallernes alder og indsamlingstidspunkt om end forskellene var mindre end mellem lokalitet i 2013 (Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Den gennemsnitlige længde og bredde (mm) \pm standardafvigelse af østers yngel ved udlægning den 1. oktober 2014.

Område	Udsætningstidspunkt af opsamler	Type af skaller	Længde	Bredde
Lem Vig	11. juli	Nye	9,8 \pm 1,9	9,3 \pm 2,5
Lem Vig	15. juli	Gamle	7,8 \pm 3,2	8,4 \pm 4,1
Lem Vig	11. juli	Nye	10,3 \pm 3,9	9,2 \pm 3,0
Lem Vig	15. juli	Gamle	9,3 \pm 3,0	8,3 \pm 2,7

Der blev ved sidste prøvetagning ved udlægning på bankerne konstateret 13% stillehavsøsters i prøverne, hvilket er mere end ved yngelopsamlingen i Lem Vig i 2013 (Tabel 3.2).

3.3 Diskussion

Naturlig opsamling af østers har vist sig mulig i Limfjorden og visse steder er antallet af opsamlede østers ganske betragteligt. Det har dog også vist sig, at der er store variationer på mængden af opsamlet yngel på lavt vand fra år til år og mellem områder. I 2014 var opsamlingen i Lem Vig således betydelig dårligere (gennemsnitlig dobbelt så mange østers pr. skal i 2013 i forhold til 2014) end i 2013 til trods for, at temperaturen i Lem Vig var høj i 2014, hvilket burde favorisere øget rekruttering af østers. Yngelnedslaget i Lem Vig og Harre Vig er dog stadig højt sammenlignet med flere andre lande (med undtagelse af opsamlingen på gamle skaller i Lem Vig 2014), hvilket kan hænge sammen med, at gydebestanden af europæisk østers er højere i Limfjorden sammenlignet med eksempelvis Irland. I Reagh Bay i Irland er der maksimalt observeret et naturligt nedslag af yngel på østers skaller på blot 2 yngel pr. 100 skaller (Kennedy & Roberts 1999). Til sammenligning bundslog 10-80 stk. europæiske østers yngel pr. 100 skaller i 2013 og 1-7 stk. yngel pr. 100 skaller i 2014.

Hvad der får østers til at bundslå i naturen er ofte til diskussion, men det er vist, at forskellige kemiske signaler kan spille en afgørende rolle (Bonar *et al.* 1990; Turner *et al.* 1994). Ved naturlig opsamling kan der anvendes en lang række forskellige opsamlingsmedier og det har vist sig, at bundslåningssucces for europæisk østers som funktion af substrat ikke er ens i forskellige lande (Brink *et al.*, 2013). Udlægning af skalmateriale til opsamling af yngel er dog en velkendt procedure til opsamling af østers yngel (Woolmer *et al.* 2011). Forsøget med nye og gamle skaller viste, at der på begge typer blev opsamlet østers, men med de nye skaller som værende bedst. Materiale der bliver udlagt i vandet vil hurtigt blive dækket af en biofilm, der er vigtig for bundslåning af forskellige dyr (Walne 1958; Bonar *et al.* 1990; O'Connor & Richardson 1996; Wieczorek & Todd 1998). Hvorvidt denne biofilm har været ens for de 2 typer af skaller kan ikke afgøres på baggrund af nærværende undersøgelse.

Resultaterne illustrerer, at der er en række faktorer ud over temperatur, som har betydning for succesfuldt yngelnedslag, såsom tilstrækkelig mængde af egnet føde i larveperioden, strømforhold som kan bringe østerslarverne i kontakt med egnet materiale eller område til bundslåning, få prædatorer og et minimum af øvrige organismer, der optager pladsen og konkurrerer om føden (Ren *et al.* 2000; Peterson 1980). At gamle skaller tilsyneladende ikke er lige så effektive som nye skaller reducerer anvendeligheden af metoden, da gamle skaller har den fordel, at de nemmere brækker op i mindre stykker ved udlægning og derved får en mere egnet størrelse og form for de enkelte østers. Forsøg med kokostov i 2013 var uden succes, der var ingen bundslåning overhovedet og derfor blev det ikke gentaget i 2014. Årsagen til den manglende succes har ikke kunnet identificeres, og der er tidligere blevet observeret bundslåninger på tovværk nær eller på bunden i områder med østerslarver. Det er dog muligt, at der i disse tilfælde ikke

har været andre ledige overflader til rådighed for larverne. I dette forsøg var der udhængt meget materiale og dermed en masse mulige gode bundslåningssteder. Den store mængde af stillehavsøsters, der er fundet i forbindelse med opsamlingsforsøgene, er et problem for metoden. Forsøgene har således vist, at visse områder allerede i 2013 var ubrugelige i forbindelse til opsamling af europæisk østers yngel. Således var mængden af stillehavsøsters på larve-opsamlerne i Harre Vig højere end antallet af europæisk østers og stillehavsøsters havde også en efterfølgende lavere dødelighed end den europæiske østers (se nedenfor).

Resultaterne viser, at der skal udlægges store mængder af opsamlingsmateriale for at sikre en betydende mængde yngel samt, at der kan forventes betydelige variationer mellem år og dette vil gøre metoden både dyr og arbejdskrævende. Konsekvensen er, at denne metode vil kræve betydelige investeringer i tid og materiale for at være et middel til langsigtet bestandsophjælpning.

4. Udlægning af materiale på banker

Bestandsophjælpning af den europæiske østers i Limfjorden kan foregå ved eksempelvis at udlægge østers på banker i fjorden. Det udlagte materiale kan bestå af små østers fra et klækkeri, små østers opsamlet naturligt i fjorden (se ovenfor) eller større østers breelet på lavere vand. Der mangler dog generelt grundlæggende viden om eksempelvis vækst og overlevelse af østersyngel (≈ 1 cm) udlagt på bunden i Limfjorden. Denne viden er essentiel for at beskrive den mest effektive og økonomisk rentable bestandsophjælpning.

For at belyse mulighederne for bestandsophjælpning af de europæiske østers i Limfjorden blev der udlagt materiale af alle 3 typer østers "yngel", små østers fra klækkeri, små østers opsamlet naturligt i fjorden og breelede østers.

4.1 Materialer og metoder

I 2013 blev der udvalgt et område, der skulle benyttes til udlægning af såvel breelede østers, østers fra klækkeri og østers opsamlet naturligt. Området blev anbefalet af fiskerne og bundtypen blev undersøgt og fundet velegnet til udlægning (figur 4.1). Alt materiale blev udlagt med dykker på fastlagte positioner i området i såvel 2013 som 2014.

Den 19. november 2013 blev der i alt udlagt:

- 454 kg muslingeskaller med østersyngel fra Harre Vig
- 607 kg muslingeskaller med østersyngel fra Lem Vig

Den 3. december 2013 blev der i alt udlagt:

- 10.000 stk. østersyngel fra klækkeri
- 7.080 breelede østers

Prøvetagning af det udlagte materiale blev gennemført den 5. februar, 19. februar, 26. februar, 24. juni og 25. juni. Der blev anvendt enten dykker, videoslæde eller skraber.

Det samme område blev benyttet til udlægning i 2014, her blev der den 1. oktober 2014 udlagt:

- 200,61 kg "nye" (se ovenfor) muslingeskaller med østersyngel
- 194,6 kg "gamle" (se ovenfor) muslingeskaller med østers yngel
- 3200 stk. østersyngel fra klækkeri
- 1241 breelede østers

I forbindelse med udlægningen i 2014, blev der desuden placeret 24 moduler på fjordbunden med forskelligt østers materiale: 4 moduler med breelede østers, 4 moduler med østers fra klækkeri og 16 moduler med østers på skaller. Rundt om modulerne blev de tilhørende østers spredt, således at der med sikkerhed var materiale i Nissum Bredning.

Prøvetagning af det udlagte materiale blev gennemført den 22. oktober 2014.



Figur 4.1 Kortudsnit der viser placeringen af udlægningsområde i Nissum Bredning .Kortet til højre viser et nærbillede af genudlægningsområdet.

Som kontrolforsøg blev der i 2013 i forbindelse med udlægningen kørt et sideløbende forsøg i Sallingsund med forskellige størrelser af de forskellige typer østersyngel (tabel 4.1). Ynglen blev placeret i østersmoduler og hængt på en langline i Sallingsund og vækst og overlevelse af de forskellige typer blev registreret i forsøgsperioden.

Tabel 4.1 Gennemsnitlige længde og bredde (mm) \pm standardafvigelse af østers yngel udlagt i Sallingsund.

	Længde (mm)	Bredde (mm)
Breelede østers (små)	64,7 \pm 6,6	65,9 \pm 5,5
Breelede østers (store)	79,9 \pm 4,7	75,3 \pm 5,3
Yngel fra klækkeri (små)	11,6 \pm 3,5	10,9 \pm 3,8
Yngel fra klækkeri (store)	26,5 \pm 3,5	27,3 \pm 4,4
Østers på skaller Lem Vig	7,1 \pm 2,8	6,2 \pm 2,6
Østers på skaller Harre Vig	8,6 \pm 2,8	7,5 \pm 2,7

4.2 Resultater

Det var ikke muligt at genfinde de i november 2013 udlagte østers. Ved første prøvetagning den 5. februar 2014 blev der anvendt dykker, der ikke kunne genfinde de udlagte østers. Det kan ikke afgøres, hvorfor de udlagte østers ikke kunne genfindes trods eksakt positionering af udlægningsområdet og brug af dykker og efterfølgende af videoslæde og prøveskrab. Der er generelt dårlig sigt i området, men dette kan ikke i sig selv forklare problemerne med at genfinde de udlagte østers. En af flere mulige forklaringer er, at østers er blevet skyllet væk af strømmen. Dette vil især kunne være tilfældet for små østers fra klækkeriet samt østers opsamlet på yngelopsamlerne. Imidlertid var også breelede østers med en individuel vægt på op til 60 gr. væk fra området, hvilket næppe kan skyldes almindelige strømforhold i Nissum Bredning. I december 2013 ramte stormen Bodil området med op til 130 km t⁻¹, hvilket kan have flyttet store dele af den udlagte banke. Endvidere har der været store forekomster af søstjerner i nærliggende områder, som kan have spist de udlagte østers, men dette kan heller ikke være hele forklaringen, da der ved alle prøvetagningerne kun blev fundet et meget lille antal tomme østers skaller.

Det har indenfor projektperioden kun været muligt at følge østers udlagt i 2014 en enkelt gang efter udlægningen, nemlig d. 22. oktober. Her lykkedes det ikke dykkeren at finde østers fra klækkeri udlagt direkte på bunden. Disse var alle ført bort fra udlægningsområdet, de øvrige udlægningstyper blev alle fundet og havde generelt set en god overlevelse (Tabel 4.2). Alle typer af yngel blev fundet i modulerne udsat på fjordbunden (Tabel 4.2).

Tabel 4.2. Procentvis overlevelsen af østersyngel udsat i Nissum Bredning i moduler på bunden og direkte på fjordbunden. Prøvetagning 22. oktober 2014.

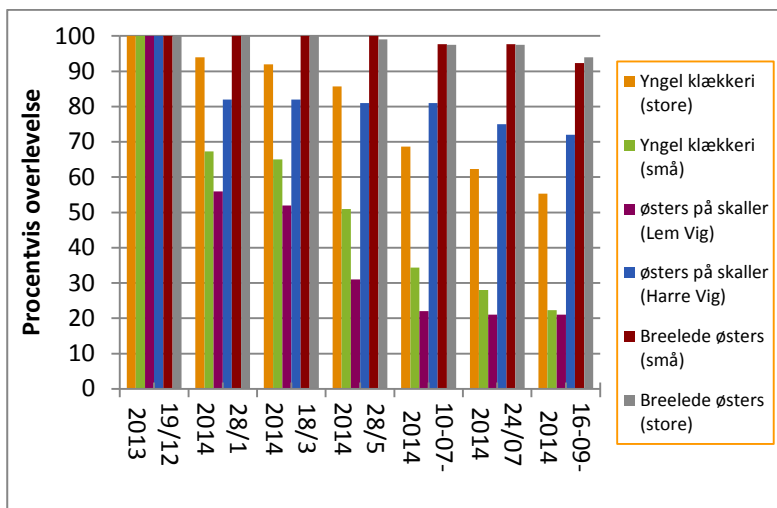
Placering	Klækkeri	Breelede	Østers på skaller
Modul	94,5%	97%	77%
På bund		97,3%	76%

I forbindelse med prøvetagningen blev der fundet østers angrebet af japansk østersboresnegl, *Ocenebrellus inornatus* (Lützen *et al.* 2012) og sneglene blev ligeledes fundet. Dette kan have stor betydning for østersene i området, da sneglene er kendt for at prædere på skaldyr heriblandt østers (Gouilletquer 2002) ved at bore hul i skallerne og derefter fortære indholdet (figur 4.2).



Figur 4.2. Japansk østersboresnegl til venstre og østers med tydelige huller efter besøg af østersboresnegl.

Kontrollforsøgene med østers udhængt i bure på langline anlæg viser, at overlevelsen er klart størst for de breelede østers. Overlevelsen for yngel fra klækkeriet er højere end ynglen opsamlet naturligt i Lem Vig (figur 4.3), hvorimod østersyngel opsamlet i Harre Vig havde høj overlevelse. Generelt steg overlevelsen med størrelse af den yngel, der blev hængt ud i burene. Således var overlevelsen af store østers fra klækkeriet større (>50%) end for små østers fra klækkeriet og østers opsamlet naturligt (figur 4.3), der kun havde overlevelser på omkring 20%.

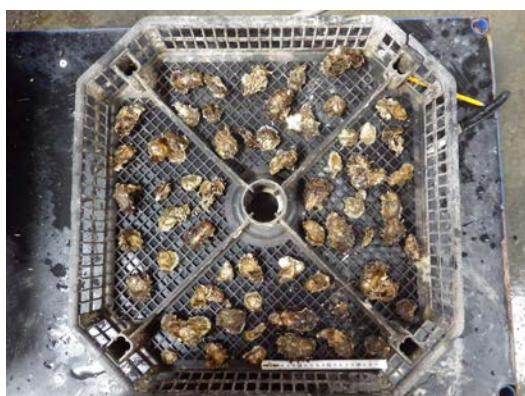


Figur 4.3. Procentvis overlevelse af de forskellige typer af østersyngel. Der er i grafen ikke skelnet mellem europæisk østers og stillehavsøsters.

En mulig årsag til den højere overlevelse af yngel indsamlet i Harre Vig i forhold til Lem Vig kan være, at andelen af stillehavsøsters på opsamlerne i Harre Vig var betydeligt højere end i Lem Vig, og at stillehavsøsters er langt mere hårdføre end europæisk østersyngel. Forsøgene viste, at stillehavsøsters havde en højere overlevelse end de europæiske østers. Af overlevende østers den 16. september 2014 var andelen af stillehavsøsters fra Lem Vig 38% og fra Harre Vig 83% (tabel 4.3 og figur 4.4). Dette er en markant stigning i forhold til andelen som ynglen af stillehavsøsters udgjorde den 19. december 2013, på henholdsvis 8% fra Lem Vig og 60% fra Harre Vig.

Tabel 4.3. Andel af stillehavsøsters den 19. december 2013 og den 16. september 2014.

	Lem Vig	Harre Vig
Andel opsamlet stillehavsøsters 19/12 2013	8%	60%
Andel stillehavsøsters 16/9 2014	38%	83%

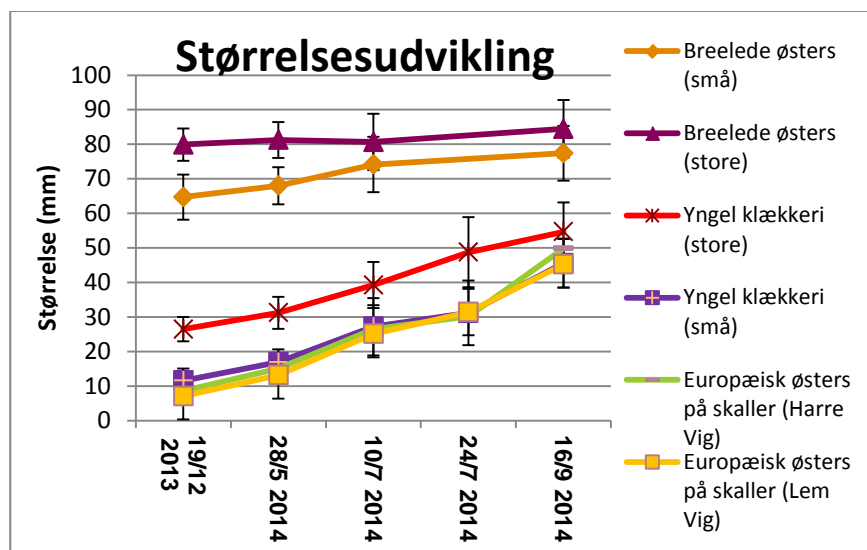


Figur 4.4. Modul med muslingeskaller med østers yngel fra Harre Vig ved prøvetagning den 16. september 2014, hvor det blev registreret, at 83% af det overlevne yngel var stillehavsøsters.

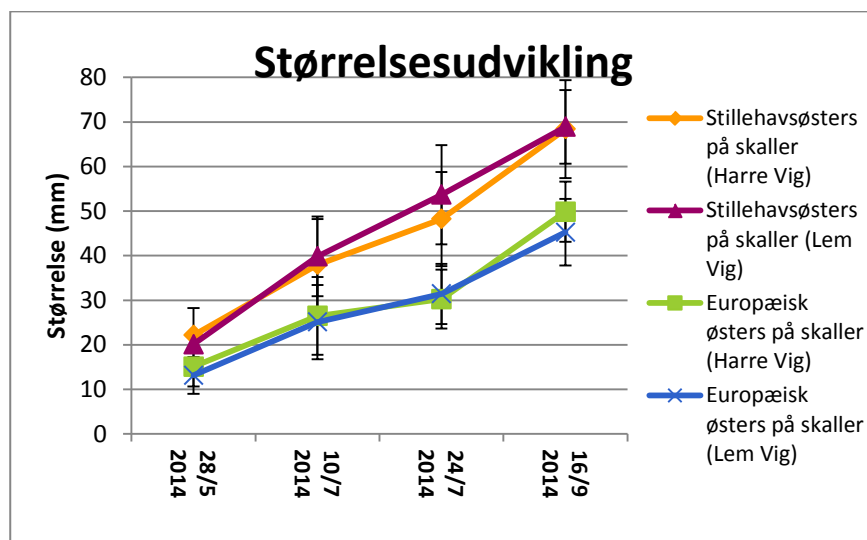
Væksten af østers i burene som længdeforøgelse varierede som funktion af type (figur 4.5). Små østers fra klækkeri og østers opsamlet naturligt i fjorden havde sammenlignelig længdeforøgelse. Generelt havde små

østers de højeste væksthastigheder på $0,13 \text{ mm d}^{-1}$ sammenlignet fx breelede østers, der havde en væksthastighed på $0,02\text{-}0,05 \text{ mm d}^{-1}$. Vækstraten på $0,08 - 0,15 \text{ mm d}^{-1}$ for små østers er beskrevet for Menai Strait i Wales (Holland & Hannanth, 1974) og er dermed sammenlignelige med vækstraterne fundet i dette forsøg,

Væksten af stillehavsøsters i burene var større end væksten af europæiske østers, men som for europæisk østers var der ingen forskel i væksten som funktion af område, ynglen kom fra (figur 4.6). Stillehavsøsters voksede i gennemsnit $0,43 \text{ mm d}^{-1}$ fra maj-september 2014.



Figur 4.5 Gennemsnitlig længde af de forskellige typer af østersyngel på de forskellige prøvetagningstidspunkter.



Figur 4.6 Gennemsnitlig længde af europæisk østers og stillehavsøsters opsamlet på muslingeskaller fra henholdsvis Harre Vig og Lem Vig på de forskellige prøvetagningstidspunkter.

4.3 Diskussion

Udlægning af østers yngel på fjordbunden i Nissum Bredning har vist sig at være vanskeligere end forventet. En stor del af udlagte materiale kan potentielt forsvinde som følge af strøm og vind og især "mega-hændelser" som store storme kan medføre tab af udlagte østers. De østers som af strøm og bølger flyttes bort fra udlægningsområdet er ikke nødvendigvis tabt for bestanden, selvom en vis dødelighed i forbindelse med omlejringerne må forventes, men er på den anden side heller ikke direkte anvendelige for fiskeriet, hvis de ikke kan lokaliseres eller fx er flyttet til områder, hvor fiskeriet ikke har adgang.

Generelt set havde breelede østers den bedste overlevelse. Den lavere vækst af det udlagte materiale er forventet, da breelede østers altid vil være større end yngel fra klækkerier eller opsamlet på skaller. Breeling som bærende for en bestandsophjælpning kan dog blive problematisk, fordi en opskalering til betydende mængder vil kræve en betydelig arbejdsindsats, da det i takt med øgede mængder vil kræve en stigende mængde ressourcer at finde de nødvendige østers.

I det omfang det udlagte materiale bliver i udlægningsområdet viste forsøgene med udlægning i 2014 god overlevelse og vækst af yngel indsamlet på yngelopsamlere. Overlevelsen i Nissum Bredning i 2014 af udlagt yngel på bunden og i moduler, hvor østersen er beskyttede mod prædatorer mm. var således sammenlignelig. Overlevelsen af udlagt yngel har i andre undersøgelser vist sig at være meget varierende. I Wales blev der ved udlægning af yngel fra klækkeri med en størrelse på 1,2 til 5,7 mg (2 mg svarer til 20 mm yngel) fundet en dødelighed på 54-90%, generelt med den største dødelighed inden for den første måned (Utting 1988).

Der er selvfølgelig tale om et begrænset materiale i 2014, fordi det kun har været muligt at foretage en enkelt prøvetagning relativt kort tid efter udlægning, men data giver indikationer på, at metoden er mulig under forudsætning af, at materialet ikke skylles bort. Yngel fra klækkeriet udlagt på bunden blev også i 2014 ført bort af strøm og bølger. Imidlertid viser forsøgene med udlægning af klækkeri-yngel i bure enten på bunden eller i vandsøjlen, at metoden har potentiale, hvis de udlagte østers er af tilstrækkelig størrelse.

For at udlægning af østersyngel direkte på fjordbunden kan blive en succes er det afgørende at finde egnede områder. Flere forhold er afgørende for om et område er egnet (Woolmer 2011). I Limfjorden er en af de vigtigste parametre, at området ikke er for eksponeret for strøm og bølger. Den vestlige del af Limfjorden er karakteriseret ved at være generelt lavvandet og med en betydelig eksponering, især i Nissum Bredning. Bestandsophjælpning ved udlægning af forskellige former for yngel kan således med fordel overvejes i områder udenfor Nissum Bredning. Alternativt skal der ved udlægning i Nissum Bredning foretages en nøje screening af det valgte område. En anden vigtig parameter i forbindelse med udlægning er forekomsten af prædatorer. Der har i Limfjorden i de senere år været observeret store forekomster af søstjerner og i nærværende undersøgelse er der blevet observeret forekomst af japansk østersboresnegl, der kan stå for 10% af dødeligheden hos østers med en størrelse op til 30-45 mm (Laing et al., 2005).

Tilstedeværelsen af muslinger, både levende muslinger og tomme skaller, betragtes som værende en god indikator på, at området kan være et velegnet østers bundslåningsområde (Kennedy & Roberts 1999) Et alternativ til udlægning af yngel kan derfor være udlægning af egnet materiale til naturlig bundslåning af østers direkte på fjordbunden, evt. fortrinsvis på dybt vand, hvor rekrutteringen har været dårligst. Denne metode bliver brugt andre steder i verden (Kennedy & Roberts 1999), hvor der bliver udlagt skaller eller sten/stenlignende materiale direkte på bunden, ud fra en formodning om, at der mangler bundslåningsmateriale. Dette kunne være en effektiv metode, hvis det udelukkende var bundslåningssteder, som larverne mangler for succesfuld rekruttering til bestanden, men data fra de senere års monitoring i Limfjorden har vist,

at også i områder med store forekomster af tomme skaller efter fx hjertemusling har yngelnedslaget på dybere vand været begrænset. Udlægning af bundslåningsmateriale er derfor ikke i sig selv en garanti for rekruttering.

5. Model for bestandsophjælpning

Bestandsophjælpning af flad europæisk østers har på visse punkter væsentlig bedre vilkår i Limfjorden end andre steder i verden. For det første findes der en betydende naturlig gydebestand af østers i Limfjorden, hvilket ikke altid har været tilfældet i andre genetableringsområder (Laing *et al.* 2006, Woolmer *et al.* 2011). For det andet er der ikke parasitter i Limfjorden, der gør østers sterile og slår dem ihjel, hvilket er tilfældet i mange områder i Europa.

Stor skala restaureringsprojekter for østers (*Crassostrea virginica*) er gennemført i USA bl.a. med oprettelse af kunstige rev og små-scale etablering af eksempelvis østers haver (Coen *et al.* 2006), men også mindre foranstaltninger med udlægning af bundslåningsmateriale er gennemført mange steder i verden (Kennedy & Roberts 1999). Regenerering af bestande af den europæiske østers er flere steder først iværksat indenfor de sidste 10-20 år. Flere steder har det vist sig, at sådanne tiltag har haft en positiv effekt med fremgang for østersbestanden, men desværre er flere af projekterne efterfølgende blevet negativt påvirket af blandt andet sygdomme og ureguleret fiskeri. Samlet viser erfaringerne, at bestandsophjælpning eller restaureringsprojekter er langsigtede opgaver (Brumbaugh *et al.* 2000; Mann 2000; Mann & Evans 2004; Mann & Powell 2007). En vigtig parameter for succesfuld restaurering kan være bestandens størrelse, selvom erfaringerne ikke er entydige. I Oosterschelde i Holland, er det tidligere blevet estimeret, at der er behov for en bestand på 10 millioner gydemodne individer for at opretholde tilpas stor rekruttering i en gennemsnitlig sommer (Korringa 1946), mens det i andre tilfælde er vist, at selv en lille gydebestand kan resultere i kraftig bundslåning (Dekshenieks & Hofmann 1993; Chauvaud *et al.* 1996). I Limfjorden har perioden fra midten af 00'erne vist, at selv ikke en rekord stor bestand var nok til at fastholde en stabil rekruttering.

Ved udarbejdelse af en optimal metode til bestandsophjælpning af flad europæisk østers i Limfjorden i forbindelse med en langsigtet plan til understøttelse af en stabil bestand egnet til fiskeri er der flere forhold, der bør tages i betragtning:

1. Prisen for yngel.
2. Vækst og overlevelse af udlagt yngel.
3. Adgang til yngel i tilstrækkelig store mængder.
4. Udlægningsområdernes egnethed.

Der er i forbindelse med forsøgene i nærværende undersøgelse foretaget beregninger af omkostninger til produktion af de forskellige former for udlægningsmateriale. Der er meget store forskelle mellem typerne, men også store forskelle fra år til år (tabel 5.1). Grunden til de store forskelle er primært de involverede arbejdsomkostninger samt at der kan være varierende succes med eksempelvis opsamlingen af naturlig østers yngel eller bundslåning i klækkeri. Det tager eksempelvis en del tid at bryde østers, da et velegnet område skal findes, hvorefter man manuelt kan indsamle østersene. Den store variation i priserne for naturlig opsamlet yngel skyldes især store årlige variationer i opsamlingssucces og store områdemæssige forskelle. Hvis prisen udregnes for europæisk yngel alene, er det ingen billig metode eftersom det i forsøgene er vist, at der ligeledes er en stor dødelighed for opsamlet yngel. Variationen i pris på yngel fra klækkeriet er forårsaget af, at tidsforbruget stort er det samme uanset succesrate samt merarbejde forbundet med aktiviteter til pasning af østers, hvis de først skal sættes ud som forholdsvis store østers.

Tabel 5.1. Beregnet pris for de forskellige yngel typer. For naturlig opsamlet yngel er der i parentes noteret prisen for europæisk østers yngel.

	Pris niveau pr. yngel.
Breelede østers	3,6-7 kr.
Naturligt opsamlede yngel	0,24-5 kr. (0,6-5,65 kr.)
Yngel fra klækkeri	0,1-1,85 kr.

Med hensyn til mængderne der kan skaffes af de forskellige typer må de breelede østers betragtes som en begrænset ressource, der vil blive vanskeligere at fremskaffe med tiden. Desuden vil man fjerne individer fra det lavere vand, der reelt vil kunne gyde her og dermed potentielt være med til at opretholde bestanden. Denne metode vil ikke tilføre flere østers til bestanden, østers vil blot blive flyttet fra et område til et andet.

Naturlig opsamling af østers i 2013 og 2014 har ikke været en entydig succes, idet der har været store forskelle i bundslåning mellem områder og sæsoner. Derudover gør det store og stigende antal yngel af stillehavsøsters denne metode yderst tvivlsom i forbindelse med bestandsophjælpning af flad europæisk østers. Uden sortering af den indsamlede yngel, vil udlægning af skaller med bundslået østersyngel kunne medvirke til spredning af stillehavsøsters til de dybere dele af Limfjorden, da det er vist, at denne art godt kan trives på dybere vand og derved kan konkurrere om føde og plads med den hjemmehørende flade østers (Tully & Clarke, 2012). En sortering af spat vil dog gøre metoden særdeles arbejdstung og dermed næppe realistisk. Endelig er overlevelsen væsentlig dårligere end for eksempelvis større yngel fra klækkeriet.

Den variable succes med breeding og opsamling af østers i fjorden efterlader reelt, klækkerier som den mest realistiske metode til bestandsophjælpning. Fordelen ved klækkeri producerede yngel er endvidere, at udsætningsmaterialet er "rent" og fri for stillehavsøsters og når den rette størrelse anvendes, er overlevelsen af ynglen høj. Der er indenfor de senere år sket store fremskridt i udviklingen af klækkeri-produktion af østersyngel og det er i dag muligt at producere yngel af den europæiske østers hvert år om end stadig i varierende mængder. Det er således vigtigt, at udviklingen af klækkeri-produktionen også i fremtiden prioriteres højt

Udover tilgangen af egnet udlægningmateriale har nærværende undersøgelse vist, at en af de centrale parametre ved ophjælpning af østersbestanden er at finde områder, der er velegnede til udlægning. Undersøgelsen har ikke foretaget en screening af egnede områder, men en række faktorer har i denne forbindelse betydning:

- Eksponering for strøm, bølgenedslag og sedimentomlejring der kan påvirke overlevelse og bankestabilitet
- Fødetilførsel
- Forekomst af prædatorer som søstjerner og østersboresnegl

En sådan screening er blevet gennemført i flere lande, hvor de forskellige faktorer er blevet vægtet og de formodede bedste områder efterfølgende udpeget (Shelmerdine & Leslie, 2009).

5.1 Anbefalinger vedrørende bestandsophjælpning

Ophjælpning af bestanden af flad europæisk østers kan lade sig gøre ved en målrettet indsats, som sandsynligvis skal foregå over en længere periode. På den anden side er det klart, at en bestandsophjælpning i Limfjorden har vist sig sværere end antaget. Et succesfyldt program skal involvere flere parametre:

- Et ophjælpsprogram skal tage højde for den tilsyneladende stigende mængde stillehavsøsters i delområder af Limfjorden. Som følge af stillehavsøsters relative konkurrencefordele om føde og habitat i forhold til den hjemmehørende østers, vil det være en fordel at enten vælge områder, hvor stillehavsøsters endnu ikke forekommer eller kun har marginal forekomst eller lade indsatserne for op-hjælpning af flad østers følge af programmer, der forsøger at fjerne stillehavsøsters. Harre Vig og Lem Vig er eksempler på afgrænsede områder, der er egnede til østersproduktion, og hvor det er realistisk at begrænse bestanden af stillehavsøsters gennem et aktivt program for fjernelse. En egentlig kortlægning af stillehavsøsters udbredelse i Limfjorden vil i denne sammenhæng være et vigtigt redskab.
- Før produktion af yngel sættes i gang skal der foreligge en screening af egnede områder til udlægning af ynglen. Først og fremmest skal det sikres, at ynglen bliver i udlægningsområdet. Det kan gøres ved dels at kun udlægge yngel af en vis størrelse og ved at vælge udlægningsområder, der ikke er alt for eksponerede for strøm og bølgenedslag. Endelig bør der ved valg af område tages hensyn til aktuell eller potentiel forekomst af de vigtigste prædatorer og fortrinsvis søstjerner. Alternativt bør der udvikles programmer til fjernelse af prædatorer. En udpegning for egnede områder kan evt. foregå som en kombination af en screening på baggrund af overordnet hydrografi, vanddybde, bundforhold mm koblet med små-skala forsøg i område udpegede som egnede gennem screeningen.
- Yngel fra klækkerier er indtil videre at betragte som det bedst egnede materiale. Materialet er "rent", det vil sige fri fra andre organismer, og kan i princippet produceres stabilt. Det betyder, at der ved produktion af østers fortsat skal være fokus på udvikling af teknikker i klækkeriet, der gør det muligt at producere østersyngel stabilt og omkostningseffektivt. Dette vil gælde uanset om ynglen skal udlægges til bestandsophjælpning eller om den skal anvendes til out-grow i rendyrket akvakultur af østers.
- Et alternativ til udlægning af yngel er udlægning af skalmateriale. Der er ikke evidens for, at bundslåningssubstrat er den begrænsende faktor for rekruttering til bestanden, men det kan ikke udelukkes, at det er tilfældet. Evt. udlægning af bundslåningssubstrat skal ske efter samme retningslinjer vedrørende forekomst af stillehavsøsters og udlægningsområdets egnethed som beskrevet ovenfor.

6. Referencer

- Askew, C.G. (1972): The growth of oysters *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* in Emsworth Harbour. *Aquaculture*, 1(0): 237–259.
- Bonar, D.B., Coon, S. L., Walch, M., Weiner, R.M. & Fitt, W. (1990): Control of Oyster Settlement and Metamorphosis by Endogenous and Exogenous Chemical Cues. *Bulletin of Marine Science*, 46 (2): 484-498.
- Brink, A.V.D., Fomsgaard, C., Nédélec, M., Hussenot, M. & Kamermans, P. (2013): Testing the efficiency of different Spat Collectors. *Imares Report number C216/13*.
- Brumbaugh R.D., Sorabella L.A., Garcia C.O., Goldsborough W.J., Wesson J.A. (2000): Making a case for community-based oyster restoration: An example from Hampton Roads, Virginia, USA. *J. Shellfish Res.*, 19: 467-472.
- Chauvaud, L., Thouzeau, G. & Grall, J. (1996): Experimental collection of great scallop post larvae and other benthic species in the Bay of Brest: settlement patterns in relation to spatio-temporal variability of environmental factors. *Aquaculture International*, 4: 263–88.
- Christensen, H.T. & Elmedal, I. (2007): Den invasive stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, i Limfjorden - inddragelse af borgere og interessenter i forslag til en forvaltningsplan, DFU - rapport 170-07. Charlottenlund: Danmarks Fiskeriundersøgelser, 154 pp.
- Coen, L. D., Brumbaugh, R. & Hadley, N.H. (2006): Approaches to small-scale oyster restoration: site criteria as a means of determining optimal methods for public involvement. *Journal of Shellfish Research*, 25.2: 719.
- Davids, J.K., Holm, M.W., Schollert, M., Rasmussen, N.H. & Richter, S.R. (2007): Den invasive art, Stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) ved Agger Tange, Limfjorden. - Student report, Roskilde Universitetscenter: 58 pp.
- Dekshenieks, M. & Hofmann, E. (1993): Environmental effects on the growth and development of eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), larvae: a modelling study. *Journal of Shellfish Research*, 12 (2): 241–54.
- Diederich, S. (2005): Differential recruitment of introduced Pacific oysters and native mussels at the North Sea coast: coexistence possible? *Journal of Sea Research*, 53 (4): 269–281.
- Diederich, S., Nehls, G., Beusekom, J.E.E. van, Reise, K. (2005): Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: Invasion accelerated by warm summers? *Helgoland Marine Research*, 59(2): 97-106.
- Diederich, S (2006): High survival and growth rates of introduced Pacific oysters may cause restrictions on habitat use by native mussels in the Wadden Sea., *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 328 (2): 211-227
- Dolmer, P. (2002): Notat om: Bestandsstørrelsen af Østers i Nisum Bredning i august 2002, december 2002.

- Goulletquer, P., Bachelet, G., Sauriau, P.G., Noel, P. (2002): Open Atlantic Coast of Europe — A Century of Introduced Species into French Waters. *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*: 276-290.
- Holland, D. L. & Hannant, P.J (1974): Biochemical changes during growth of the spat of the oyster, *Ostrea edulis* L. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 54: 1007-1016.
- Kennedy, R.J., and Roberts, D. (1999): A survey of the current status of the flat oyster *Ostrea edulis* in Strangford Lough, Northern Ireland, with a view to the restoration of its oyster beds. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 99B: 79-88.
- Korringa, P. (1946): A revival of natural oyster beds? *Nature*, 158: 586–7.
- Kristensen, P.S. & Hoffmann, E. (2006): Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden, *DFU - rapport 158-06*. Charlottenlund: Danmarks Fiskeriundersøgelser, 45 pp.
- Laing, I., Walker, P. Areal, F., (2005): A feasibility study of native oyster (*Ostrea edulis*) stock regeneration in the United Kingdom. Cefas report to Seafish and Defra. 97 pp.
- Laing, I., Walker, P. & Areal, F. (2006): Return of the native – is European oyster (*Ostrea edulis*) stock restoration in the UK feasible? *Aquatic Living Resources*, 19, 283–287.
- brumbaugh
- Lodge, D. M. (1993): Biological invasions: lessons for ecology. *Trends. Ecol. Evol.*, 8: 133-137.
- Lützen, J., Faasse, M., Gittenberger, A., Glenner, H., & Hoffmann, E. (2012): The Japanese oyster drill *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851)(Mollusca, Gastropoda, Muricidae), introduced to the Limfjord, Denmark. *Aquatic Invasions*, 7(2): 181-191.
- Mann, R. (1983): The role of introduced bivalve mollusc species in mariculture. *Journal of the World Mariculture Society*, 14 (1-4): 546–559.
- Mann, R. (2000): Restoring the oyster reef communities in the Chesapeake Bay: A commentary. *J. Shellfish Res.*, 19: 335-339.
- Mann, R. & Evans, D.A. (2004): Site selection for oyster habitat rehabilitation in the Virginia portion of the Chesapeake Bay: A commentary. *J. Shellfish Res.*, 23: 41-49.
- Mann, R. & Powell, E. N. (2007): Why oyster restoration goals in the Chesapeake Bay are not and probably cannot be achieved. *Journal of Shellfish Research*, 26.4: 905-917.
- Markert, A., Wehrmann, A. & Kröncke, I. (2009): Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony, southern German Bight). *Biological Invasions*, 12 (1): 15–32.
- McMahon, R. F. (2002): Evolutionary and physiological adaptations of aquatic invasive animals: rselection versus resistance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 1235-1244.

- Miossec, L., le Deuff, R.-M. & Goulletquer, P. (2009): *Alien species alert: Crassostrea gigas (Pacific oyster)*. ICES Cooperative Research Report, 299.
- Nehring, S. (2003): Pacific Oysters in the European Wadden Sea: An irreversible impact in a highly protected ecosystem", Invasive Species Specialist Group of the IUCN Species Survival Commission, 17: 20-21
- Nehring, S., Reise, K., Dankers, N. and Kristensen, P.S. (2009): Alien species. Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem, 25(7): 1-28.
- Nehring, S. (2011): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Crassostrea gigas*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species - NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 27/2/2015.
- O'Connor, N. J. & , Richardson, D.L. (1996): Effects of bacterial films on attachment of barnacle (*Balanus improvises* Darwin) larvae: laboratory and field studies, 206 (1-2): 69-81.
- Peterson, C.H. & Andre. S.V. (1980): An Experimental Analysis of Interspecific Competition Among Marine Filter Feeders in a Soft-Sediment Environment. *Ecology*, 61(1): 129-139.
- Quayle, D.B. (1988): Pacific oyster culture in British Columbia. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 218: 1-241.
- Ren, J.S., Ross, A.H. Schiel, D.R. (2000): Functional descriptions of feeding and energetics of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser., 208: 119-130.
- Shelmerdine, R. L. & Leslie, B. (2009): Restocking of the native oyster, *Ostrea edulis*, in Shetland: habitat identification study. Scottish Natural Heritage Commissioned Report, 396: 33 pp.
- Smaal, A., Stralen, M.V. & Craeymeersch, J. (2005): Does the introduction of the pacific oyster *Crassostrea gigas* lead to species shifts in the Wadden Sea? *The comparative roles of suspension-feeders in ecosystems*. Springer Netherlands, 200: 277-289.
- Sundaram, N., & Ramadoss, K. (1978): Methods of Spat Collection in the Culture of Shellfishes, Seafood Export Journal, 10(6): 23-29.
- Tully, O. & Clarke, S. (2012): The Status and Management of Oyster (*Ostrea edulis*) in Ireland. <http://hdl.handle.net/10793/828>
- Turner, E. J., Zimmer-Faust, R.K., Palmer, M.A., Luckenbach, M. & Pentchef, N.D. (1994): Settlement of oyster (*Crassostrea virginica*) larvae: Effects of water flow and a water-soluble chemical cue. Limnology and Oceanography, 39 (7): 1579–1593.
- Utting, S.D. (1988): The growth and survival of hatchery-reared *Ostrea edulis* L. spat in relation to environmental conditions at the on-growing site. Aquaculture, 69 (1): 27-38.
- Walne, P. R. (1958): Growth of oysters (*Ostrea edulis* L.). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 37.03: 591-602.

Walne, P. & Helm, M. (1979): Introduction of *Crassostrea gigas* into the United Kingdom. *Exotic species in mariculture*.—MIT Press, Cambridge (USA): 83–105.

Wieczorek, S.K. & Todd C.D. (1998): Inhibition and facilitation of settlement of epifaunal marine invertebrate larvae by microbial biofilm cues. *The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*, 12 (1-3): 81-118.

Williamson, M.H &, Fitter, A. (1996): The characters of successful invaders. *Biol. Conserv*, 78: 163-170.

Woolmer, A. P., Syvret, M. & FitzGerald, A. (2011): Restoration of Native Oyster, *Ostrea edulis*, in South Wales. CCW Contract Science Report, 960. 88 pp.

Pleje af østersbestanden i Limfjorden

Af Carsten Fomsgaard og Jens Kjerulf Petersen

DTU Aqua-rapport nr. 291-2015

Marts 2015

Reference: C. Fomsgaard og J.K. Petersen. Pleje af østersbestanden i Limfjorden. DTU Aqua-rapport nr. 291-2015. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 31 pp.

Forsidefoto: Østers yngel opsamlet på blåmuslingeskaller. Foto: Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua

Udgivet af: Dansk Skaldyrcenter, Institut for Akvatiske Ressourcer, Øroddevej 80, 7900 Nykøbing Mors, tlf. 96 69 02 83, skaldyrcenter@aqua.dtu.dk, www.skaldyrcenter.dk

Rekvireres: www.aqua.dtu.dk/publikationer

ISSN: 978-87-7481-202-9

ISBN: 1395-8216